

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
15 janvier 2004 (15.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/005937 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **G01P 3/44**

F-37200 Tours (FR). LAUFERON, Patrick [FR/FR]; Les Fraichaurés, F-37360 Sonzay (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/001985

(74) Mandataire : BUREAU D.A. CASALONGA-JOSSE; 8, avenue Percier, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international : 27 juin 2003 (27.06.2003)

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

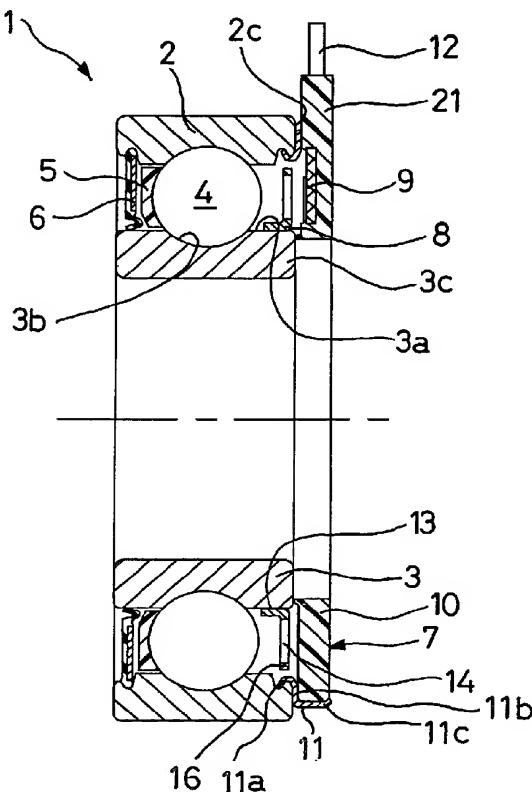
02/08263 2 juillet 2002 (02.07.2002) FR

(84) États désignés (*regional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INSTRUMENTED ANTIFRICTION BEARING AND ELECTRICAL MOTOR EQUIPPED THEREWITH

(54) Titre : DISPOSITIF DE PALIER A ROULEMENT INSTRUMENTÉ ET MOTEUR ELECTRIQUE AINSI EQUIPÉ



(57) **Abstract:** The invention concerns an instrumented ball-bearing, comprising a rotating part, a non-rotating part, and an assembly for detecting rotation parameters including an encoder (8) and a sensor (7) integral with said non-rotating part and provided with a sensor unit (10), and with at least a microcoil having substantially planar winding, arranged on a support of an integrated circuit arranged in the sensor unit (10) of the non-rotating part such that the microcoil is urged to be axially opposite the encoder (8).

(57) **Abbrégé :** Dispositif de roulement instrumenté, comprenant une partie tournante, une partie non tournée, et un ensemble de détection de paramètres de rotation comprenant un codeur (8) et un capteur (7) solidaire de ladite partie non tournée et pourvu d'un bloc capteur (10), et d'au moins une microbobine à enroulement sensiblement plan, disposée sur un support d'un circuit intégré disposé dans le bloc capteur (10) de la partie non tournée de façon que ladite microbobine vienne axialement en regard du codeur (8).

WO 2004/005937 A2



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

Dispositif de palier à roulement instrumenté et moteur électrique ainsi équipé.

5 L'invention concerne un palier à roulement dans lequel un organe tournant du palier porte un codeur et un organe non tournant du palier porte un capteur dans le but de déterminer certains paramètres de rotation comme la vitesse ou la position angulaire de l'élément tournant supportant le codeur.

10 De tels dispositifs trouvent leur application dans de nombreux domaines, tels que les moteurs électriques dans lesquels ils sont amenés à fonctionner dans des conditions sévères de vitesse et de température.

15 On connaît par le document FR-A-2 754 903, un palier à roulement comprenant un capteur solidaire de la bague non tournante, de type sonde à effet Hall, et un codeur solidaire de la bague tournante défilant en rotation avec un faible entrefer par rapport au capteur tout en étant capable de produire dans le capteur un signal périodique de fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation de la bague tournante.

20 Le codeur comprend une partie active annulaire réalisée avec un plasto-aimant et pourvue d'une zone active disposée en regard du capteur, complétée par une partie de renforcement composée de deux éléments annulaires disposés en contact avec la partie active, de chaque côté de la zone active. Un tel roulement donne généralement satisfaction, notamment dans le domaine des moteurs électriques. Toutefois, ce type de codeur ne peut pas fonctionner à des températures élevées, au-delà de 120°. Le capteur et le codeur ne fonctionnent pas de façon satisfaisante s'ils sont soumis à des champs magnétiques externes de forte intensité, par exemple les champs magnétiques induits par les bobines du stator des moteurs électriques et/ou par le frein électromagnétique intégré dans lesdits moteurs. Enfin, la compacité axiale du palier à roulement ainsi instrumenté n'est pas optimale et ne facilite pas son intégration.

5 Dans les moteurs électriques asynchrones de forte puissance, le pilotage du moteur nécessite une détection des paramètres de rotation du moteur. On doit en effet connaître la vitesse et le sens de rotation du rotor pour pouvoir adapter la fréquence, l'intensité et le sens du courant entrant dans les bobines du stator. L'utilisation d'un codeur de type multipolaire associé à une sonde à effet Hall, ne peut convenir que pour des applications dans lesquelles la puissance et les exigences de précision de pilotage sont relativement faibles, par exemple pour un moteur de ventilateur qui fonctionne à vitesse constante en utilisation.

10 On connaît aussi les systèmes capteurs codeurs de type optique, par exemple les encodeurs industriels, mais qui ne sont pas susceptibles d'être intégrés dans un moteur, qui demandent un interfaçage mécanique d'entraînement par le moteur électrique et qui sont relativement sensibles aux chocs et à la température.

15 L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients.

16 L'invention propose un palier à roulement instrumenté très compact axialement, apte à fonctionner à des températures élevées tout en effectuant une détection précise, y compris lorsqu'ils sont soumis à des champs magnétiques intenses.

20 Le dispositif de roulement instrumenté, selon un aspect de l'invention, comprend une partie tournante, une partie non tournante et un ensemble de détection de paramètres de rotation comprenant un codeur et un capteur solidaire de la partie non tournante et pourvu d'un bloc-capteur. Le capteur comprend au moins une microbobine à enroulement sensiblement plan, disposée sur un support d'un circuit monté dans le bloc-capteur de la partie non tournante, de façon que ladite microbobine vienne axialement en regard du codeur. On bénéficie ainsi d'une compacité axiale satisfaisante.

25 Dans un mode de réalisation, le dispositif comprend une pluralité de microbobines de réception sensiblement coplanaires radiales. Le capteur peut ainsi réaliser une détection précise.

30 Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le dispositif comprend une pluralité de microbobines de réception disposées selon une pluralité de plans radiaux parallèles. On peut ainsi disposer d'un

nombre plus élevé de bobines de réception assurant une précision accrue.

Avantageusement, le dispositif comprend une bobine d'émission disposée dans le bloc-capteur. La bobine d'émission peut également être une microbobine, de préférence à enroulement plan.

De préférence, le dispositif comprend au moins une bobine d'émission, au moins une bobine de réception et un circuit de traitement de données disposés sur le support. Ces éléments permettent de conserver une compacité axiale satisfaisante. Les bobines peuvent être réalisées en technologie circuit imprimé. Le support peut être un substrat de circuit imprimé sous la forme d'une plaque de résine. En d'autres termes, le capteur comprend des éléments, actifs et/ou passifs, réunis en un seul module solidaire de la partie non tournante.

Avantageusement, le dispositif comprend une pluralité de microbobines associées par paires et décalées angulairement afin de générer un signal différentiel. Le codeur peut comprendre une roue codeuse dont la zone active est réalisée en un métal électriquement conducteur.

Avantageusement, le codeur comprend un circuit imprimé dont le substrat est de forme annulaire et est pourvu de secteurs métallisés et de secteurs non métallisés. Le circuit imprimé peut être monté sur une bague non tournante du roulement.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le codeur comprend une roue codeuse à fenêtres ou à dents fixée sur une bague tournante du roulement. Le codeur peut être réalisé de façon monobloc. Le codeur peut être réalisé en tôle emboutie. Un tel codeur est susceptible de fonctionner à des températures élevées. On entend ici par fenêtres, des trous formés dans le codeur entre deux parties circonférentiellement continues. On entend par dents des portions de matière qui sont solidaires d'une partie circonférentiellement continue du codeur. Le codeur peut comprendre une partie axiale emmanchée sur une portée cylindrique de la bague tournante et une partie radiale dirigée vers l'autre bague et dans laquelle sont formées les fenêtres ou les dents.

Pour des raisons de compacité, il est judicieux de prévoir qu'au moins une partie du codeur est disposée dans l'espace situé entre les bagues de roulement, c'est-à-dire radialement entre les surfaces cylindriques des bagues qui s'étendent entre les pistes de roulement et les surfaces frontales délimitant lesdites bagues, et axialement au droit desdites surfaces cylindriques, entre les éléments roulants et les surfaces radiales frontales des bagues du roulement.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention le codeur est disposé en dehors de l'espace situé entre les bagues de roulement.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le bloc-capteur est annulaire.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le bloc-capteur occupe un secteur angulaire inférieur à 360°, par exemple de l'ordre de 120°.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le circuit de traitement des données est une puce réalisée de façon spécifique (ASIC).

L'invention propose également un moteur électrique comprenant un rotor, un stator, au moins un roulement de support du rotor, et un ensemble capteur comprenant un codeur et un capteur. Le capteur comprend au moins une microbobine à enroulement sensiblement plan, disposée sur un support d'un circuit monté dans le bloc-capteur solidaire du stator, de façon que la microbobine vienne axialement en regard du codeur. En général, le roulement comprendra une bague extérieure solidaire du stator et supportant le bloc-capteur et une bague intérieure tournante solidaire du rotor et supportant le codeur. Le moteur peut être de type asynchrone de forte puissance, dans lequel on souhaite réaliser un pilotage fin en mesurant de façon précise les paramètres de rotation.

On entend ici par microbobine, une bobine à enroulement formé sur un circuit, par exemple un serpentin de cuivre sur un substrat de circuit imprimé. L'épaisseur de la carte et de la microbobine est de l'ordre de 1 mm.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un palier à roulement instrumenté, selon un mode de réalisation de l'invention ;
- 5 -la figure 2 est une vue partielle du capteur de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue de face en élévation du codeur de la figure 1 ;
- 10 -la figure 4 est une vue de face en élévation d'une variante de codeur ;
- la figure 5 est une vue en coupe axiale d'un palier à roulement instrumenté, selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 est une vue de face en élévation du codeur de la figure 5; et
- 15 -la figure 7 est un schéma électrique du capteur.

Tel qu'il est illustré sur la figure 1, le palier à roulement 1 comprend une bague extérieure 2, une bague intérieure 3, une rangée d'éléments roulants 4, ici des billes, disposés entre la bague extérieure 2 et la bague intérieure 3 et maintenus par une cage 5, un joint d'étanchéité 6 sur l'un de ses côtés, et sur le côté opposé un capteur de vitesse 5 solidaire de la bague extérieure 2 et un codeur 8 solidaire de la bague intérieure 3.

Dans le mode de réalisation représenté, la bague extérieure est non tournante et la bague intérieure est tournante. Toutefois, la disposition inverse est parfaitement envisageable.

Le capteur 7 comprend une partie de détection 9 illustrée plus en détail sur la figure 2, un bloc-support 10 en matériau synthétique, et un élément métallique 11 emmanché sur une portée de la bague extérieure 2, ici dans la rainure servant habituellement à la fixation du joint d'étanchéité prévue dans les roulements non instrumentés. Un câble 12 relié à la partie de détection 9 permet de transmettre des informations de vitesse, de position ou plus généralement des paramètres de rotation à d'autres unités aptes à exploiter de telles données et qui n'ont pas été représentées.

Le codeur 8, voir figures 1 et 3, comprend une partie de support 13 et une partie opérationnelle 14. La partie de support 13 est de forme tubulaire emmanchée sur une portée cylindrique 3a de la bague intérieure 3 formée entre la piste de roulement 3b qui est en contact avec les éléments roulants 4 et une surface radiale 3c qui forme l'extrémité de la bague intérieure 3 dans le sens axial du côté du capteur.

La partie opérationnelle 14 est radiale et présente une pluralité de fenêtres 15, de forme rectangulaire, allongées radialement et qui laissent subsister à l'extrémité de grand diamètre de la partie opérationnelle 14 une portion continue circulaire 16. La partie opérationnelle 14 et la partie de support 13 sont réalisées de façon monobloc, d'où une construction économique et particulièrement robuste. Le codeur 8 peut être réalisé à partir d'une tôle métallique au moyen d'étapes d'emboutissage et de poinçonnage.

On remarque que la partie opérationnelle 14 est légèrement en retrait par rapport à la surface radiale 3c de la bague intérieure 3. Le codeur 8 est donc particulièrement compact et se trouve disposé dans l'espace défini radialement entre les bagues 2 et 3 du roulement et axialement entre les éléments roulants 4 et le plan radial par lequel passent les surfaces d'extrémité 2c, 3c desdites bagues 2 et 3.

La partie de détection 9 du capteur 7 comprend un support 17 sur lequel sont montés un circuit intégré 18, par exemple de type ASIC, et qui est destiné au traitement des données, une microbobine d'émission 19 dite aussi bobine d'excitation et quatre microbobines de réception 20. Le circuit comporte également un certain nombre d'éléments filtrants tels que capacités, résistances, etc., non représentées. La partie de détection 9 est disposée axialement à une faible distance de la partie opérationnelle 14 du codeur 8 et occupe un secteur angulaire de l'ordre de 120°, tout en étant insérée dans le bloc-support 10 qui est lui circulaire. On pourrait, si nécessaire, prévoir un secteur angulaire continu de 360°. La partie de détection 9 possède une face non recouverte par la matière du bloc-support 10 et orientée en regard du codeur 8.

Les microbobines 19 et 20 sont du type à enroulement plan et peuvent être du genre circuit imprimé ou encore circuit intégré. La planéité des enroulements assure une compacité axiale excellente au capteur 7. En outre, les bobines de réception 20 présentent un contour extérieur carré et sont disposées les unes à la suite des autres sur l'arc de cercle formé par le support 17, tandis que la bobine d'émission 19 entoure les bobines de réception 20 et présente une forme en arc de cercle. Les bobines 19 et 20 sont reliées au circuit de traitement des données 18, lui-même relié de façon non représentée au câble 12.

L'élément métallique 11 comprend une partie formant crochet 11a repliée dans la rainure de la bague extérieure 2 servant habituellement à l'accrochage d'un élément d'étanchéité qui, dans un roulement non instrumenté, est classiquement symétrique du joint d'étanchéité 6.

L'élément métallique 11 se complète par une courte portion radiale dirigée vers l'extérieur à partir de la portion 11a et en contact d'un côté avec la surface radiale d'extrémité 2c de la bague extérieure 2, et de l'autre côté avec le bloc-support 10 du capteur 7, et par une portion axiale 11c s'étendant à partir de l'extrémité libre de la portion radiale 11b qui entoure radialement le bloc-support 10, à l'exception de la zone de sortie du câble 12 où il est prévu que le bloc-support 10 s'étende vers l'extérieur, formant une protubérance 21 entourant le câble 12 et protégeant sa sortie.

Le bloc-support 10 est réalisé en matériau synthétique et présente une forme générale annulaire avec la protubérance 21 en saillie sur sa périphérie et un creux axial à partir de sa face radiale du côté du roulement qui constitue un logement pour la partie de détection 9 en la recouvrant sur sa face opposée au roulement et sur son épaisseur dans le sens radial. Le bloc-support 10 et la partie de détection 9 sont solidaires. A titre de variante, le bloc-support 10 pourrait être métallique.

Sur la figure 4, est illustrée une variante de codeur, dans laquelle la partie de support 13 est identique à celle du mode de réalisation précédent et la partie opérationnelle 14 orientée

radialement vers l'extérieur à partir de la partie de support 13 est formée par une pluralité de dents 22, de forme générale rectangulaire, allongées radialement, dont la périphérie est circulaire et qui laissent entre elles des créneaux 23 de forme légèrement trapézoïdale.

5 Le mode de fonctionnement de l'ensemble capteur-codeur est semblable dans les deux modes de réalisation.

Les bobines réceptrices 20 sont excitées électriquement par la bobine d'émission 19 reliée à un circuit oscillant.

10 La bobine d'émission 19 génère par induction un signal électrique dans les bobines de réception 20.

Durant la rotation du codeur 8, le défilement des fenêtres et des portions pleines de la partie opérationnelle 14 devant les micro-bobines produit une variation de la masse métallique située devant chaque micro-bobine de réception 20.

15 Il en résulte dans lesdites bobines de réception 20 une variation de phase du signal électrique induit du fait des pertes par courants de Foucault.

20 Ces variations du signal électrique émises par les différentes bobines de réception 20 et traitées par le circuit 18 sont à la base de la génération de signaux représentatifs des paramètres de rotation du codeur 8 tel que la vitesse de rotation.

Le capteur à microbobines permet au roulement instrumenté de fournir des informations fiables, y compris lorsque des champs magnétiques de forte intensité sont présents.

25 Le codeur peut être réalisé en un matériau métallique électriquement conducteur et magnétique, comme l'acier, ou encore électriquement conducteur et amagnétique, comme l'aluminium ou le cuivre.

30 Les microbobines de réception 20 fonctionnent par paires pour fournir un signal différentiel. Les microbobines de réception 20 d'une paire sont décalées angulairement d'un angle noté β et le pas angulaire des fenêtres est noté ϕ . Une condition pour que le signal soit déphasé est que l'un de ces angles ne soit pas un multiple de l'autre. On a donc $\beta \neq a*\phi$ avec a un entier quelconque, l'angle β étant généralement

supérieur à ϕ . On pourra par exemple prendre $\beta = (a+0,5)*\phi$ ou $\beta = (a+0,25)*\phi$.

Lorsque le codeur défile à rotation devant le capteur, les discontinuités de matière de la partie opérationnelle 14 provoquent des variations périodiques de la masse métallique qui se trouve en face des microbobines de réception 20. S'il n'y a pas de matière métallique devant chacune des bobines d'une paire de bobines de réception, la différence de phase entre les deux bobines différentielles est nulle. S'il existe de la matière métallique devant au moins une des deux bobines de réception formant une paire et que la matière métallique est répartie différemment devant chaque bobine, les pertes dues aux courants de Foucault dans la matière métallique vont générer une différence de phase des courants. Ce déphasage peut alors être traité et extrait de façon adéquate par le circuit de traitement 18, afin d'obtenir les informations désirées, comme la vitesse angulaire, le sens de rotation, la position, etc.

La génération du signal électronique ne dépend donc pas du niveau ou de la direction d'un champ magnétique capté par les microbobines, mais de la modification des courants induits par la bobine d'excitation 19 dans les bobines de réception 20 en présence des variations des masses métalliques conductrices électriquement défilant devant lesdites microbobines. Le signal est donc très peu sensible aux champs magnétiques extérieurs, ce qui confère au dispositif suivant l'invention une très bonne aptitude à fonctionner dans un milieu soumis à des champs magnétiques élevés tels que des moteurs électriques. Les bobines de réception 20 sont réparties sur le support 17 avec une position radiale et un pas angulaire adéquat pour coopérer avec la partie opérationnelle 14 du codeur 8 et fournir les signaux voulus. On peut, si nécessaire, augmenter le nombre de bobines de réception 20 dans le sens circonférentiel, ou encore utiliser un empilage de plusieurs bobines dans le sens axial, afin d'obtenir des signaux de plus forte puissance.

L'épaisseur des microbobines étant extrêmement faible, de même que celle du circuit de traitement 18, le capteur 7 a des

dimensions axiales extrêmement réduites, permettant une intégration dans un bloc-capteur 10 présentant lui-même des dimensions axiales très faibles. De même, le codeur peut, de par sa structure, présenter une épaisseur axiale très faible et être intégré sans problème dans l'espace compris entre les bagues du roulement, de telle sorte que ledit codeur n'affecte pas les dimensions externes du roulement instrumenté.

Les figures 5 et 6 montrent une variante avec un codeur 8 réalisé avec la technique du circuit imprimé. A partir d'un substrat conventionnel de circuit imprimé revêtu d'une mince couche métallique, en cuivre par exemple, on réalise un disque comportant une alternance de secteurs métallisés 8a et de secteurs non métallisés 8b. Le substrat est électriquement non conducteur et les secteurs métallisés 8a sont électriquement conducteurs.

Ce disque est fixé par des moyens appropriés (emmanchement et/ou collage) sur une partie axiale 3d réalisée à cet effet sur la bague tournante 3 du roulement 1. Ce type de roue codeuse présente peu d'inertie, une très grande compacité axiale et les contours des parties actives peuvent être réalisés avec une très grande précision. Le signal résultant est donc particulièrement fiable.

Sur la figure 7, sont illustrées de façon plus détaillée les fonctions électriques du système. On voit que les bobines de réception 20 sont groupées en deux paires référencées 24 et 25 et représentées par un cadre en traits discontinus. Pour la clarté du dessin, les paires 24 et 25 de bobines de réception sont représentées en dehors de la bobine excitatrice d'émission alors que dans la réalité elles sont situées à l'intérieur de ladite bobine d'émission 19.

Les bobines 19 et 20 sont reliées au circuit de traitement 18. Le circuit de traitement 18 comprend un oscillateur 26 dont la sortie est reliée à la bobine d'émission 19, deux démodulateurs de phase 27 et 28 reliés à la sortie de chacune des bobines de réception 20. Le circuit 18 comprend en outre deux comparateurs interpolateurs 29, 30, montés respectivement en sortie des démodulateurs de phase 27 et 28. En sortie, le circuit de traitement 18 émet un signal numérique

représentatif d'au moins un paramètre de rotation du roulement, tel que la vitesse, la position, le sens de rotation, l'accélération, etc.

On réalise ainsi un roulement instrumenté facilement intégrable dans un ensemble mécanique du fait de son faible encombrement, apte à fonctionner à des températures élevées, telles que celles régnant dans un moteur électrique, et apte à fonctionner dans un environnement soumis à des champs magnétiques de forte puissance.

Ces qualités confèrent au roulement instrumenté, selon l'invention, des aptitudes intéressantes pour son utilisation dans un moteur électrique asynchrone de forte puissance, le roulement instrumenté pouvant remplir à la fois la fonction mécanique de palier et les fonctions électroniques de détection nécessaires au pilotage du moteur.

REVENDICATIONS

1-Dispositif de roulement instrumenté, comprenant une partie tournante, une partie non tournante, et un ensemble de détection de paramètres de rotation comprenant un codeur (8) et un capteur (7) solidaire de ladite partie non tournante et pourvu d'un bloc-capteur (10), caractérisé par le fait que le capteur comprend au moins une microbobine (20) à enroulement sensiblement plan, disposée sur un support (17) d'un circuit (18) monté dans le bloc-capteur (10) de la partie non tournante de façon que ladite microbobine vienne axialement en regard du codeur (8).

2-Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend une pluralité de microbobines de réception sensiblement coplanaires radiales.

3-Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend une pluralité de microbobines de réception disposées selon une pluralité de plans radiaux parallèles.

4-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend une bobine d'émission (19) disposée dans le bloc-capteur.

5-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins une bobine d'émission, au moins une bobine de réception et un circuit de traitement des données (18) sont disposés sur le support.

6-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend une pluralité de microbobines associées par paires (24, 25) afin de générer un signal différentiel.

7-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le codeur comprend une roue codeuse dont la zone active est réalisée en un métal électriquement conducteur.

8-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le codeur comprend une roue

codeuse à fenêtres ou à dents fixée sur une bague tournante (3) du roulement.

9-Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le codeur comprend un circuit imprimé dont 5 le substrat annulaire est pourvu de secteurs métallisés et de secteurs non métallisés.

10-Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le circuit imprimé est monté sur une bague tournante du roulement.

11-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins une partie du codeur est disposée dans l'espace situé entre les bagues de roulement.

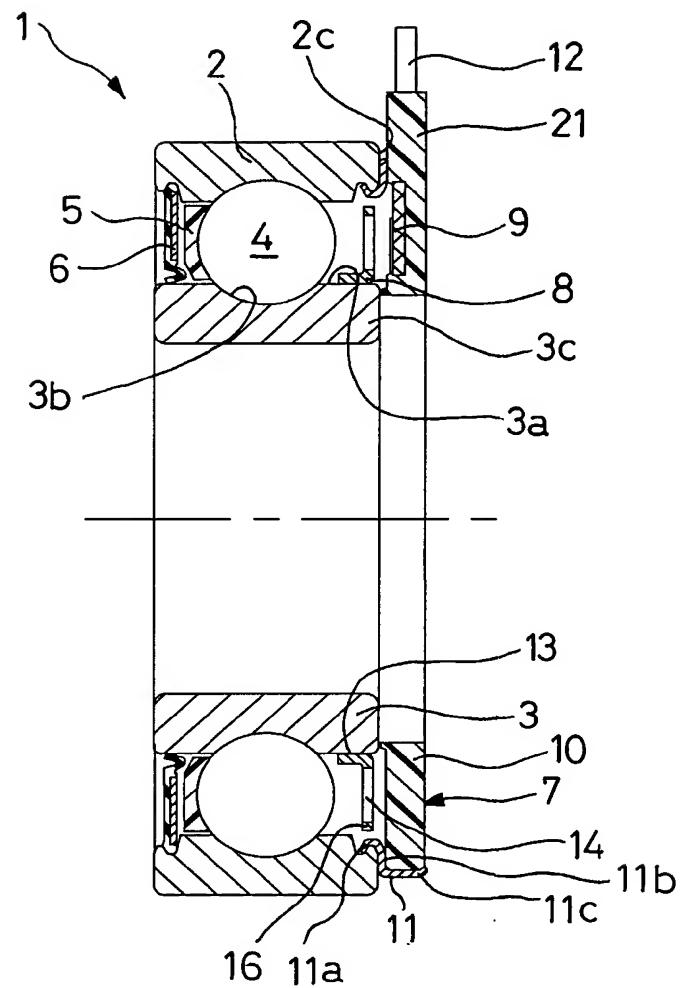
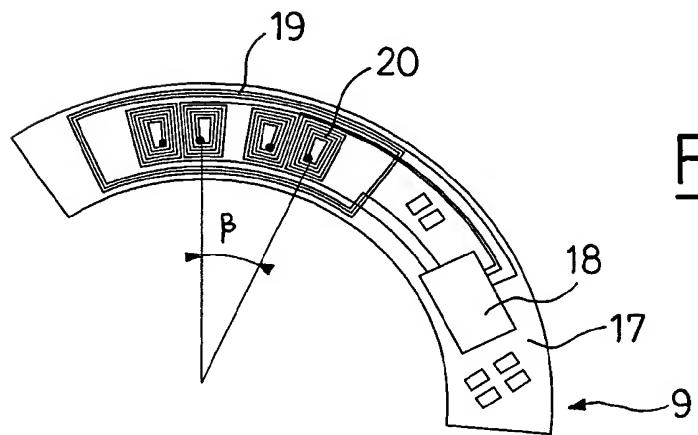
12-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le codeur est disposé en dehors 15 de l'espace situé entre les bagues de roulement.

13-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le bloc-capteur est annulaire.

14-Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait que le bloc-capteur occupe un secteur angulaire 20 inférieur à 360°.

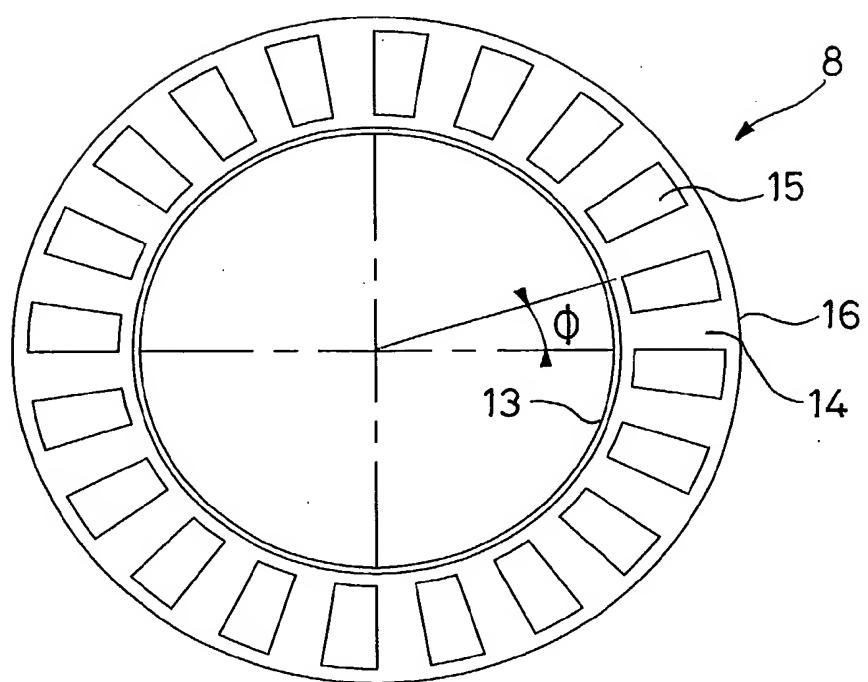
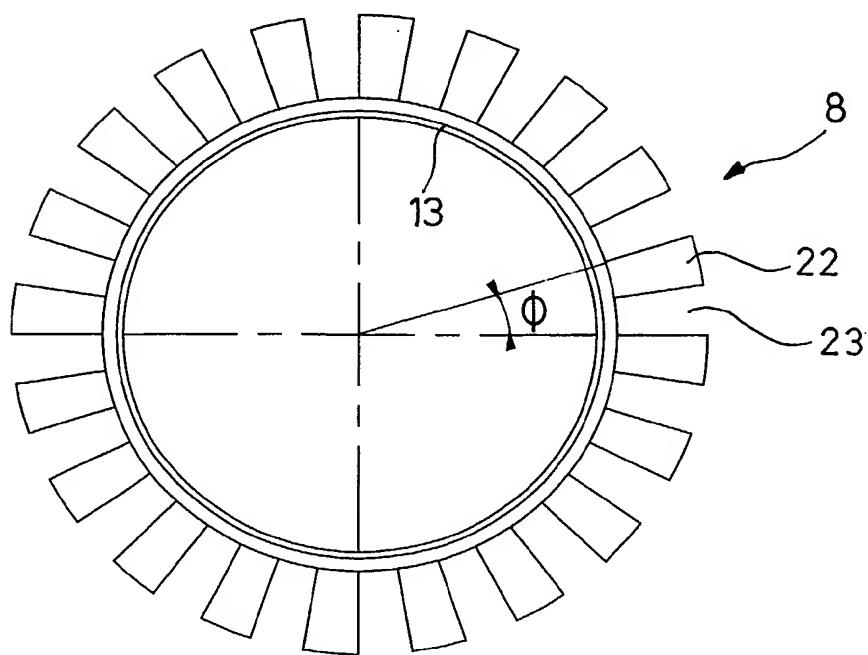
15-Moteur électrique comprenant un rotor, un stator, au moins un roulement (1) de support du rotor, et un ensemble capteur comprenant un codeur (8) et un capteur (7), caractérisé par le fait que 25 le capteur (7) comprend au moins une microbobine (20) à roulement sensiblement plan, disposée sur un support (17) d'un circuit (18) monté dans le bloc-capteur (10) solidaire du stator de façon que la microbobine vienne axialement en regard du codeur.

1/4

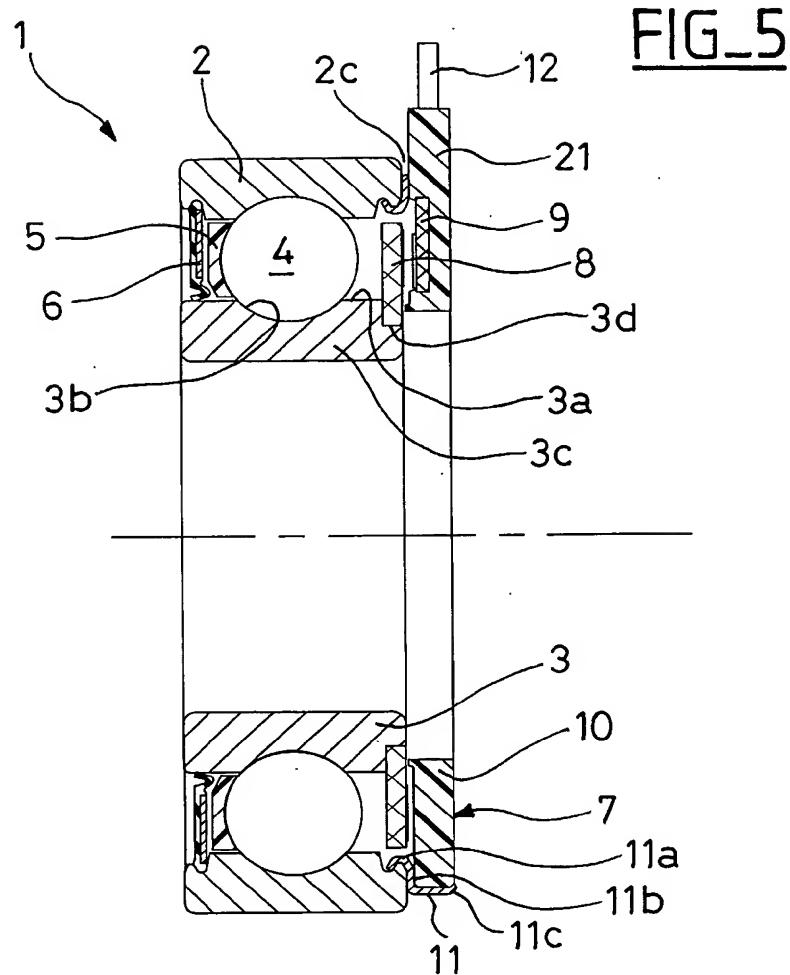
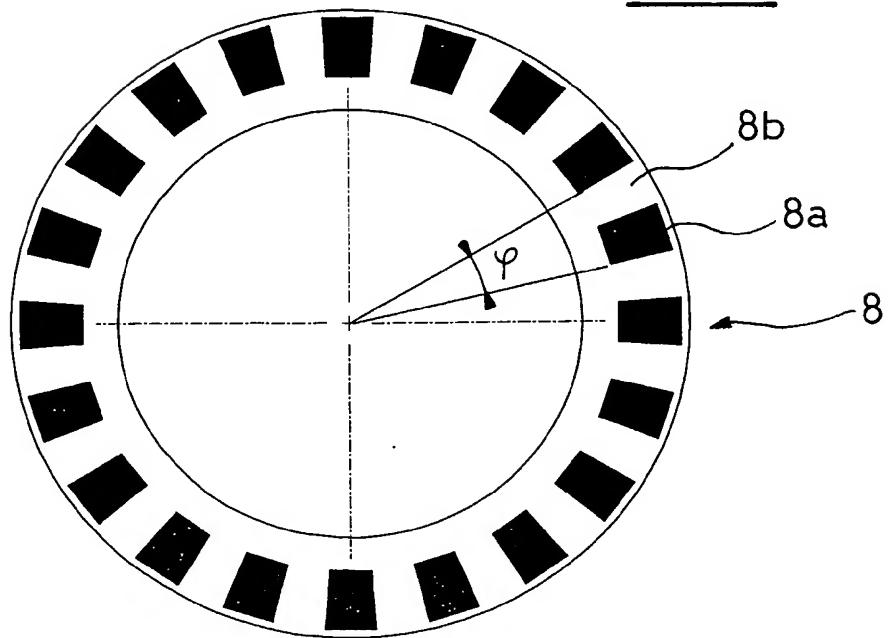
FIG_1FIG_2

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

2/4

FIG_3FIG_4

3/4

FIG_6

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

4 / 4

FIG-7